Rudolf Rost:

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TEKTITŮ

Jako tektity označil vídeňský geolog F. E. Suess ve své monografii z r. 1900 zajímavé sklovité hmoty, které se vyskytují v jižních Čechách a na západní Moravě, v jihovýchodní Asii (ostrov Billiton) a jinde. Slovo tektos znamená v řečtině „tavený". Název tektit tudíž vyjadřuje sklovitou povahu těchto přírodních hmot.

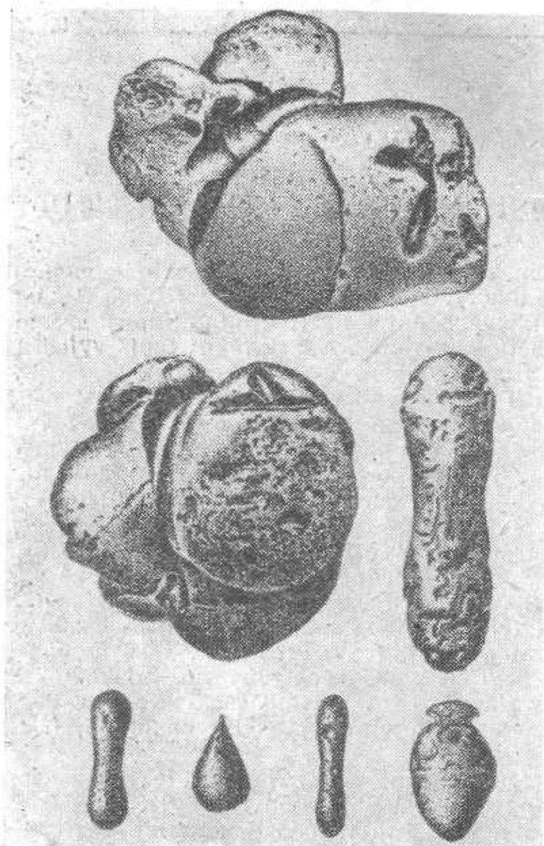
Jihočeské tektity — u nás známé jako vltavíny — jsou proti světlu většinou zeleně průhledné jako zelené lahve od piva nebo od vína. Malé západomoravské vltavíny jsou ponejvíce olivově zelené a hnědě průhledné; větší a tlustší kusy jsou skoro neprůhledné až zcela neprůhledné. Na povrchu moravské bývají černé, matné až lesklé. Moravské vltavíny se vzhledem značně podobají tektitům z Indočíny, z Indonésie, z Malajsie, z Filipín, z Austrálie, z Pobřeží slonoviny a z Texasu v USA, které jsou rovněž sytě černé, neprůhledné a dosti lesklé. Zelené vltavíny z Čech se podobají tektitům z Georgie v USA. Nápadný je také povrch tektitů. Bývá vrásčitý, s rýhami, jamkami, rovnými i zakřivenými, krátkými a dlouhými apod. Jan Sv. Presl v r. 1836 srovnával povrch našich vltavínů s povrchem sušených slív. Australské tektity mají uprostřed „jakoby rovníkový lem". Existují však i vodním transportem obroušené tektity. Takovým však zpravidla chybí povrchová skulptace a bývají matné.

Nápadné je, že tektity jsou poměrně malé. Největší tektity z Laosu váží 3200 g (typ Muong Nong), jiný celotvar od Muong Nong v Laosu vážil skoro 2000 g. Ale tak velké jsou vzácností. Obvykle váží nalezené kusy 3 g — 5 g — 10 g — 20 g — 50 g.

Největší známý z Filipín váží 1070 g, z Malajsie 750 g, z Jávy 400 g, Podle G. Bakera váží nejtěžší australit 238 g; po doplnění chybějící části by se zvýšila jeho váha na 265 g. Jen dva nalezené australity váží přes 200 g. Nejtěžší tektit z Pobřeží Slonoviny váží 350 g. W. Easton z cínovcových náplavů ostrova Billiton uvádí nejtěžší tektit 225 g.

Nejtěžší český vltavín, popsaný V. Bouškou a R. Kurkou v r. 1961 a darovaný jmenovanými do sbírek Národního muzea v Praze, váží 96,8 g. Nejtěžší moravský vltavín z Terůvek u Třebíče vážil 235 g (podle R. Dvořáka r. 1913). Nejtěžší známý moravský vltavín, uložený v Západomoravském muzeu v Třebíči, je z cihelny od Hrotovic a váží 220 g.

Průměrné váhy tektitů jsou dosti malé. Dosavadní údaje v literatuře se týkají ponejvíce větších sbírek a není rozlišováno, zda průměrná váha byla určována jen na tzv. celotvarech nebo na úlomcích. Sběratelé tektitů upoutají spíše větší kusy nežli úlomky. Např. publikované údaje průměrných vah australitů kolísají podle jednotlivých sbírek:

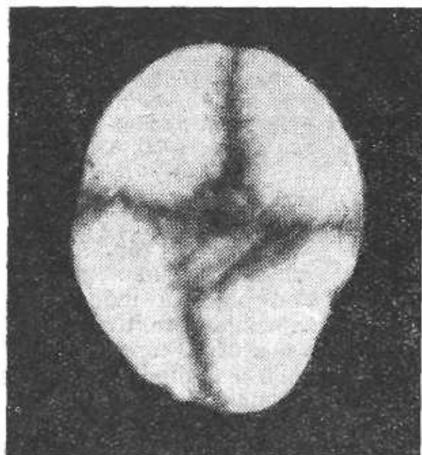


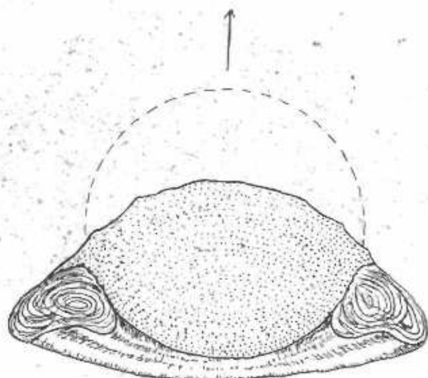
Obr. 1. Filipinity podle H. O. Beyera. Dva největší jsou tzv. typu „bikol". Na obr. je dále vidět různě veliké piškotovité celotvary, jeden malý hruškovitý celotvar a v rohu tzv. přívěsek.

C. Fenner udává pro 3920 australitů Shawovy sbírky průměrnou váhu necelý 1 gram a pro 7184 australitů Kennettovy sbírky 6 gramů.

Podle známého množství jednotlivých tektitů ve veřejných a větších soukromých sbírkách je asi tento stav nasbíraných tektitů: vltavíny pod 35 000, australity 40 000, indočínity více než 40 000, malajsianity 7500, javanity 7000, filipinity 500 tisíc, bediasity 2000, georgianity asi 30, tektity z Pobřeží slonoviny asi 200—600. Celkový počet nasbíraných tektitů na celém světě lze odhadnout zhruba na 650 tisíc kusů a jejich celkovou váhu asi na 3—4 tuny. Je přirozené, že je to jen malá část toho, co je dosud skryto v sedimentech rozlehlých pádových polí.

Nejstarší písemné zprávy a názvosloví. Nejstarší písemná zpráva o tektitech je z Číny z poloviny 10. století n. l. v knize „Ling Piao Ji" [Zpráva o podivuhodnostech za nankingskými horami v provincii Kvantung]; v ní se zmiňuje Liu Sun z dynastie T'ang o „inkoustových kamenech boha blesků" [Lei Gong Mo]. Jsou tím míněny černé jihočínské tektity, které dnes zahrnujeme do skupiny indočínitů. V Evropě je nejstarší písemná zpráva o tektitech od pražského rodáka, universitního profesora přírodních věd a technologie [hlavně porcelánu] Josefa Mayera z r. 1787. Ten pod jménem „chryzolit" popsal jihočeské zelené vltavíny, nalezené u Týna nad Vltavou. [J. Mayer mylně řadil zelené vltavíny k drahokamové odrůdě zeleně průhledného olivínu, čili k chryzolitu.] Jelikož čínská zpráva o tektitech zapadla na dobu celého tisíciletí, byl až do r. 1963 [resp. 1966] považován Josef Mayer za prvního badatele, který se zajímal o tektity a upozornil vědecký svět na tyto zajímavé přírodniny.



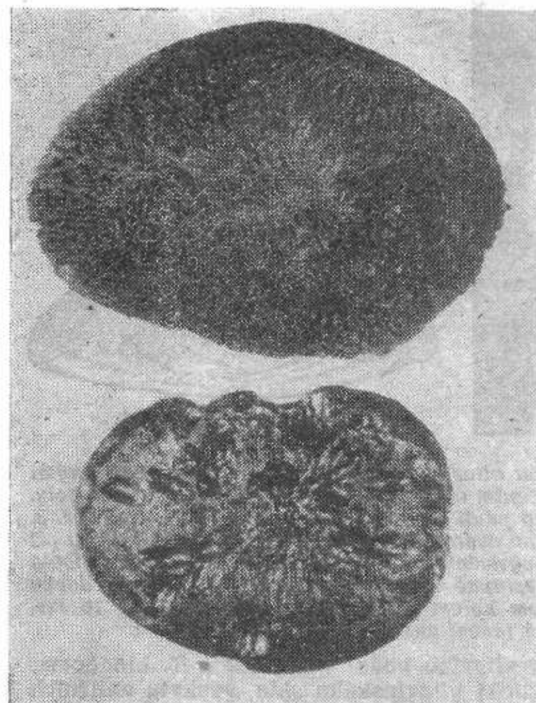


Vlevo obr. 2. Opticky anizotropní vltavín z jižních Čech má mezi zkříženými polaroidy temný kříž, který otočením o 90° se změní ve dvě ramena hyperboly. Je to projev celkového vnitřního pnutí ve vltavínovém skle. — Vpravo obr. 3. Schematický průřez knoflíkovitým australitem (zvětšeno). Vznikl z kuličky při jejím průletu atmosférou jako výsledek ablace. Roztavené vrstvičky skloviny na čelní straně kuličky byly postupně za letu přemisťovány tlakem vzduchu do stran, až vznikl nápadný lem kolem jádra (tečkovaná část). (Je to tzv. druhé tavení australitů.)

První mineralogický popis vltavínů podal v r. 1792 J. T. Lindacker. Je objevitelem fluidálnosti (šlírů) vltavínského skla, výskytu vnitřních bublinek a autorem první teorie o vzniku vltavínů. Podle něho by vltavíny mohly vzniknout činností sopečnou, nebo by to mohla být stará umělá skla.

Od počátku 19. století se používá k označování vltavínů různých názvů: chryzolit, vodní chryzolit pro broušené, pseudochryzolit (M. Klaproth 1816), bouteillenstein (tj. lahvový kámen, A. Breithaupt 1823), ušlechtilé obsidiány (O. L. Erdmann 1832), český obsidián. Nynější název vltavín je překlad z německého Moldavit. Autorem tohoto označení byl F. X. M. Zippe (1836), který podle názvoslovných zvyklostí v mineralogických vědách zavedl termín Moldavit podle německého jména Moldau Tein v jižních Čechách. Toto české město (i v r. 1836 české) je Týn nad Vltavou. Novým pojmenováním chtěl Zippe odstranit klamný a nesprávný název „chryzolit" a „obsidian", protože patřily již zcela jiným přírodninám. Název „lahvový kámen" byl také nevhodný z toho důvodu, že vltavíny byly broušeny a leštěny jako ozdobný kámen. Již tehdy byly pravé a cennější vltavíny falšovány zeleným sklem lahví od vína. Od dob Zippeho začíná převládat název moldavit, který byl J. Sv. Preslem v jeho učebnici mineralogie z r. 1837 pozměněn na moldavec a později zcela počeštěn na vltavín.

S objevy tektitů v jiných částech světa byly pro ně vytvořeny postupně místní názvy, jako australity, billitonity, indočínity, javanity, filipinity (tj. rizality), bediasity (z Texasu, USA), georgianity (Georgia,



Obr. 4. Moravské vltavíny. Větší nahoře z Krochot u Třebíče (váha 153 g, Západomoravské muzeum v Třebíči). Spodní z Dukovan (váha 40 g, sbírka V. Oulehla).

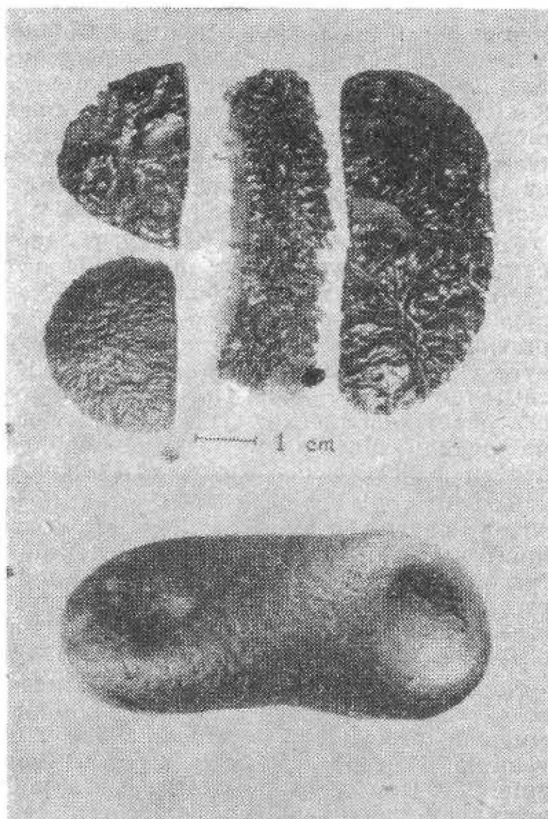
USA). Tektity z Pobřeží slonoviny v záp. Africe lze označit jako ivority. Pod pojmem indočínitů zahrnujeme tektity z Laosu, z Thajska, ze severního a jižního Vietnamu a z jižní Číny.

Charakteristika výskytů. Na nalezištích najdeme tektity přímo na povrchu nebo v nepatrné hloubce. Např. vltavíny se vyskytují na povrchu polí v širokém okolí Českých Budějovic nebo Třebíče a Moravského Krumlova. Velmi často je nacházíme ve stěnách pískoven svrchně třetihorního stáří. U nás nejsou hlouběji než asi 10 m pod povrchem terénu. Vzácně se vyskytují vltavíny i v šedozelených jílovitých sedimentech, jako např. v cihelně u Besednice v Čechách. Z původních, nejstarších, svrchně třetihorních sedimentů se dostaly vltavíny přeplavením i do čtvrtohorních štěrků dnešních řek. Takovým případem je právě již zmíněný nejtěžší český vltavín ze štěrků a písků Nežárky u Veselí nad Lužnicí, vltavíny z povodí Dyje u Znojma aj.

Celkové množství dosud nalezených vltavínů za dobu asi 180 let lze odhadnout nejvýše až na 30—40 tisíc kusů. To je jen malá část našich vltavínů. V zeminách pádové oblasti je jich dosud skryto prakticky nevyčerpatelné množství. Podle F. Hanuše (1928) může být kolem 20 miliónů kusů vltavínů s celkovou váhou 100 tun. Podle nového odhadu Vl. Boušky a R. Rosta (1969) je celkové množství vltavínů 275 tun. V jihovýchodní Asii a Austrálii je tektitů určitě mnohonásobně více.

Nálezová oblast čs. vltavínů je poměrně malá: délka asi 150 km, šířka asi 40 km. Střed tohoto pruhu je však bez nálezu vltavínů. Je to prostor od Jindřichova Hradce až skoro k Třebíči. Pádové pole indočínitů, australitů, filipinitů i tektitů z Malajsie a Indonésie je nesrovnatelně větší. Jsou to oblasti s rozměry v tisícovkách kilometrů. Australitů již bylo nasbíráno mnohem více nežli vltavínů. Průměrná váha jednotlivých australitů je však menší nežli vltavínů. Poměrně

Obr. 5. Nahoře čtyři vltavíny vykopané v pískovně u Ločenic (jižně od Čes. Budějovic); sběr F. Maroušek. Dole je největší český vltavín (váha 96,8 g) od Veselí n. Luž. (Národní muzeum, Praha).



hodně je filipinitů a jejich průměrná velikost dosti převyšuje velikost vltavínů. Také tektitů z Thajska, Laosu, Kambodže, obou Vietnamů je více a průměrná velikost je rovněž větší. Musíme vzít v úvahu i skutečnost, že v oblastech jv. Asie, zarostlých tropickou vegetací, je možnost nálezů snížena nedostatečnými přirozenými odkryvy zemin.

Také v celé jihovýchodní Asii, v celé jižní polovině australského kontinentu, v západní Africe (Pobřeží slonoviny), v Severní Americe (Texas, Georgia) se tektity nacházejí na povrchu terénu nebo jen v malé hloubce ve štěrkopíscích, hlínách nebo lateritech aj.

Absolutní stáří tektitů, zjištěné moderními metodami, založenými na radioaktivním rozpadu některých prvků, se udává v miliónech let přibližně takto: bediasity a georgianity 34, vltavíny 14,8, Pobřeží slonoviny 1,3, javanity 0,6, indočínity 0,6, filipinity 0,8, australity 0,6 (W. Gentner—J. Zähringer). Z uvedených dat vyplývá, že tektity se vyskytují jen v mladších geologických útvarech, v třetihorách a čtvrtohorách. Podle hodnot absolutního stáří se rozpadají tektity na čtyři skupiny.

Stručná morfologie tektitů. Tvar je dosti podobný na celém světě. Nepoškozené celotvary mají podobu kuliček, vajíček, cibule, hrušky, tlustých čoček, jader (cores), souměrných kapek (slz), zploštělých kapek, které mohou být rovné nebo prohnuté. Zajímavé a vzácnější jsou tvary piškotovité (činkovité) nebo tvaru kanoe apod. Při pádu na povrch Země se většina celotvarů tektitových rozbila na ostrohranné, tvarově rozmanité úlomky.

U vltavínů jsou nápadné i ploché nebo zakřivené disky se ztluš-

tělými okraji apod. Mnohé tektity obsahují uvnitř různě veliké dutiny. V neotevřených dutinách bylo zjištěno dosti vysoké vakuum s obsahem vzácných plynů, *He, Ne,* dusíku aj. Rozbitím celotvarů, plných i s velikou vnitřní dutinou, vznikly rozmanité úlomky tektitů. Doplňováním velikých úlomků vltavínových lze vypočítat, že původní celotvary českých i moravských vltavínů před rozbitím měly váhu až i kolem 500—600 gramů. Jinak však zachované celotvary ze záp. Moravy mají v průměru větší váhu nežli z jižních Čech.

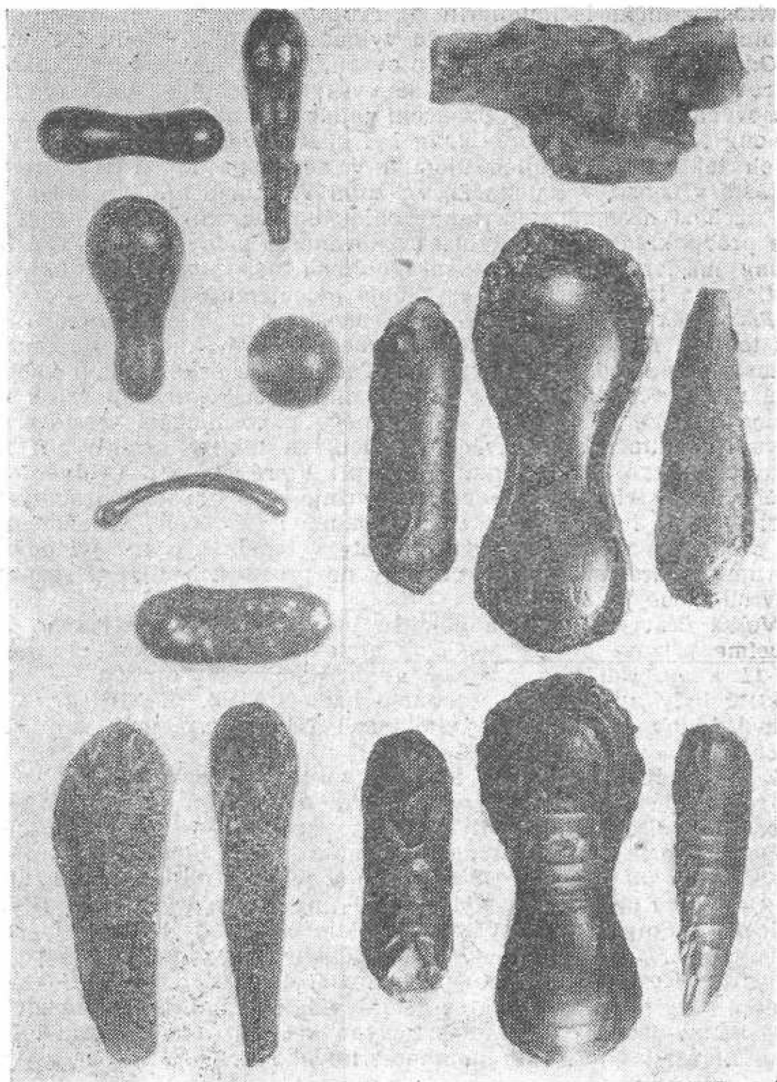
Povrch je velmi charakteristický. Na zachovaných vltavínech vidíme četné rýhy, jamky a mezi nimi různé výčnělky. Jamky, rýhy a výčnělky vytvářejí tzv. skulptaci povrchu. Na některých kusech je skulptace radiálně nebo souměrně uspořádaná, ponejvíce je však zcela nepravidelná. Skulptování povrchu zcela nebo zčásti chybí na obroušených vltavínech. U takových pak předpokládáme vodní transport v dřívějších dobách, případně i pobyt v tzv. mrazových hrncích, nebo posun tzv. půdotokem (soliflukcí) v době čtvrtohorní. Některé vltavíny mají na povrchu silný lakový lesk, většina je jich však jen pololesklých a dosti je jich zcela matných, nelesklých.

Barva a jiné vlastnosti. Většina tektitů je neprůhledných. Jen tenké střípky nebo vybroušené destičky jsou dobře průhledné. Ponejvíce jsou hnědě průhledné. Většina světových tektitů má ve větších kusech zcela černou barvu. Černou barvu na povrchu má také většina vltavínů z Moravy. Tenké úlomky z Moravy jsou hnědě průsvitné. České vltavíny však ve většině případů jsou zelené až tmavě zelené. Proti světlu jsou obvykle průsvitné a jeví zelené zbarvení v různých odstínech.

Na čerstvých lomných ploškách tektitů vidíme lasturnatý lom a typický silně skelný lesk. Tvrdost skla tektitů je 6,5 podle Mohsovy stupnice tvrdosti (mezi tvrdostí živce 6 a křemene 7). I specifická váha je o něco nižší nežli křemene, kolem 2,40. Mezi zkříženými polaroidy jsou tvarované tektity nebo jejich úlomky anizotropní. To nasvědčuje velmi rychlému ochlazování celotvarů tektitů. Např. ochlazování mrazivým vzduchem vyšších vrstev atmosféry, případně pádem do vody.

Chemismus. Po stránce chemického složení jsou všechny světové tektity velice podobné. Vesměs jsou to silně křemitá skla, s vysokým obsahem kysličníku křemičitého kolem 70—80 % SiO_2. Tím se výrazně liší od složení obyčejných skel okenních, lahvových aj. V souvislosti s neobvykle vysokým obsahem kysličníku křemičitého mají tektity i mnohem vyšší bod tání (až 1400° C) proti obvyklým sklům a současně zřetelně nižší index lomu světla a specifickou váhu. Právě ta nápadná jednotnost chemického složení tektitů po celém světě je přesvědčivým důkazem toho, že tektity nejsou umělými skly, ale skly přírodními.

Mnohem více nežli obyčejným umělým sklům se podobají tektity obsidiánům. Obsidiány jsou rychle a sklovitě utuhlé lávy některých hornin, zvláště ryolitů. Podobnost s obsidiány je tak velká, že ve starších dobách byly tektity považovány za obsidiány nebo jejich odrůdy. Dnes však dovedeme sopečné obsidiány snadno rozlišit od tektitů. Obsidiány mají podstatně vyšší obsah vody. Chybí jim fluidálnost, šlí-



Obr. 6. Vlevo tři australity s ablačními lemy, rub a líc. Vpravo dvě protáhlé kapky z Lang Bian, Již. Vietnam (podle A. Lacroixe). Pod australity dole vzorek darwinského skla z Tasmánie, váha asi 2,5 g. Vpravo dole šest bombiček černého kráterového skla od Wabaru, Arábie (nejdelší kapka 10 mm). Podle V. E. Barnese.

rovitost, zrníčka lechatelieritu aj. Proto a ještě z jiných důvodů (např. geologického výskytu) je zcela vyloučen sopečný vznik tektitů.

Odrůdy. Kromě celotvarů tektitových, kapek, disků, tvarů činkovitých a rozmanitých jejich úlomků se vyskytuje ještě zvláštní typ tektitů kusových, které dostaly označení jejich původního naleziště v Laosu Muong Nong. Typ Muong Nong byl zjištěn vedle obyčejných tvarovaných tektitů nebo jejich úlomků v největším množství v Indočíně, zvláště v Laosu, v Kambodži, v jižním Vietnamu aj. Typ Muong Nong se nachází hromadně za takových podmínek, že na místech výskytu lze předpokládat velké kaluže roztavené skloviny tektitů. Typ Muong Nong má vrstevní uspořádání bublinek nebo barevnosti skloviny a opticky je izotropní, což nasvědčuje pomalému chladnutí.

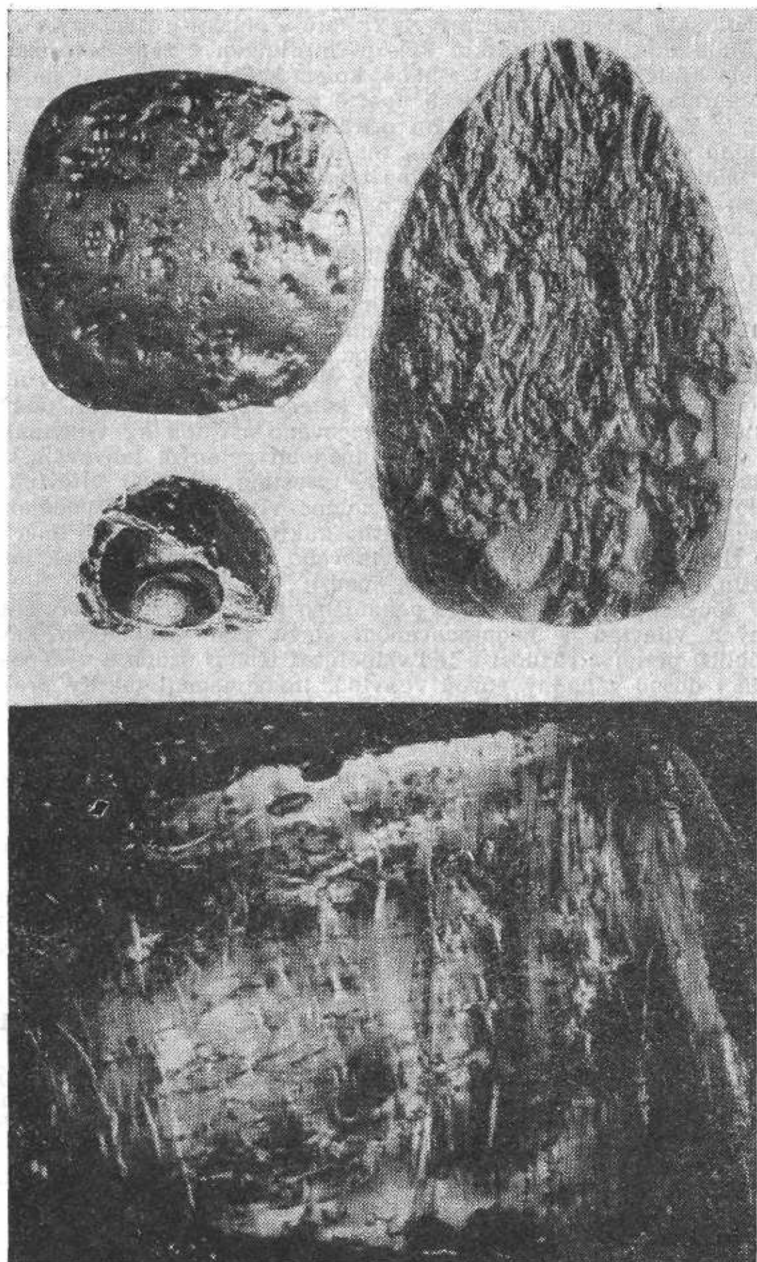
Původ tektitů. Od roku 1787 bylo uveřejněno již mnoho teorií o vzniku tektitů. Můžeme je rozdělit zhruba na dvě skupiny, na teorie pozemské a na teorie mimozemské. Teorie pozemské uvažují vznik tektitů na povrchu naší Země. Teorie mimozemské uvažují vznik tektitů mimo naši Zemi, např. na Měsíci nebo v kosmickém prostoru. Velmi závažné skutečnosti nasvědčují tomu, že tektity vznikly při nějaké krátkodobé katastrofické události, při které došlo k uvolnění obrovského množství tepelné energie. Uvažuje se o dopadu ohromných meteoritů nebo i komet na Zemi, případně i na Měsíc. V místě dopadu se promění pohybová energie komety v tepelnou a roztaví povrchové horniny, které jsou pak vymrštěny do prostoru beztíže a spadnou na povrch Země jako tektity.

Velká část australitů a některé javanity mají takový tvar, že jim musíme přiznat průnik zemskou atmosférou kosmickou rychlostí asi 8—11 km/s. Nepřímé známky aerodynamického opracování povrchu tektitů byly zjištěny i na jednom bediasitu (E. A. King Jr. 1964) a pravděpodobně i na dvou vltavínech (E. C. T. Chao 1962, R. Rost 1966).

Z uvedeného vyplývá, že k řešení tektitové otázky je zapotřebí prostudovat vlastnosti a výskyty všech světových tektitů. Ukazuje se stále přesvědčivěji, že vlastnosti tektitů v různých částech světa jsou tak podobné, že je musíme studovat komplexně a z hlediska světového.

Jiná přírodní skla. Kromě tektitů a sopečných obsidiánů existují ještě jiné přírodní sklovité hmoty. Jsou to fulgurity a pseudofulgurity. Tyto sklovité hmoty vznikají v místech, kde blesk udeří do skály, zeminy nebo písku. Pseudofulgurity jsou obdobné fulguritům s tím rozdílem, že se tvoří v místech styku přetržených drátů dálkového elektrického vedení s vysokým napětím se zemí, zvláště ornicí. Další přírodní sklovité hmoty jsou skla z meteoritových kráterů nebo z jejich blízkosti. Sem náležejí např. skla od meteoritového kráteru Wabar v Arabské

Obr. 7. Vlevo nahoře indočínit z Thajska, váha 50 g. Vpravo nahoře tektit z jižní Číny, ostrov Tan Hai (mírně zvětšeno). Dole mikrofotografie šlír v destičce 1 mm tlusté z jihočeského vltavínu mezi zkříženými polaroidy. (Zvětšeno asi 4krát.) Pod thajským tektitem je malý dutý javanit podle von Koenigswalda. Odlomenou částí je vidět chlípení čelní stěny jako důsledek rozpálení při průletu atmosférou. Průměr duté kuličky 1 cm. (Všechny obrázky zhotovil prof. dr. R. Rost.) ▶



poušti, skla kolem meteoritových kráterů v oblasti u Henbury v Austrálii, dále skla kolem kráteru Ries u Nördlingen v záp. Bavorsku, skla kolem kráteru Bosumtwi v Ghaně, kolem kráteru Aouelloul na Sahaře v Mauretanii, skla z Libyjské pouště v sev. Africe a tzv. darwinské sklo z Tasmánie. Všechna tato přírodní skla mají některé vlastnosti shodné s tektity, ale k pravým tektitům je nelze přiřadit.

Pseudotektity. Na počátku dvacátého století byly popisovány z Čech skleněné kuličky s vltavínovým povrchem (skulptací). Brzy se však přišlo na to, že jsou to umělá skla, která dlouhým ležením např. v ornici, případně i v říčních tocích, získala chemickým leptáním skulptovaný povrch, který připomíná vltavíny. Je poměrně snadné podle hustoty a indexu lomu světla i podle jiných znaků nebo i chemického složení je spolehlivě odlišit od vltavínů i jiných tektitů. Sem mohou být přiřazeny i tzv. marekanity, což jsou vlastně obsidiány.

Význam tektitů. V 19. století byly české vltavíny používány a broušeny jako oblíbený ozdobný zelený kámen. F. Hanuš např. udává, že v turnovských brusírnách bylo zpracováno asi 100 kg vltavínů. Brzy se však přišlo na to, že je lze napodobit zeleným lahvovým sklem. Falšování mělo za následek, že se přestalo používat vltavínů jako ozdobných kamenů, protože jen znalec vltavínů mohl padělek rozpoznat. (Např. v průhledu s použitím mikroskopu a vhodné imerze podle fluidálnosti i šlírovitosti vltavínového skla, podle zrníček lechatelieritu, podle optické anizotropie apod.)

V současné době se používá pěknějších tvarovaných a dobře skulptovaných vltavínů v neopracovaném stavu jako ozdobných kamenů. K oblibě přispívá různost a individuálnost těchto ozdob a v neposlední řadě i dosud záhadný původ vltavínů. Jinak nemají tektity praktické použití. Jsou předmětem zájmu sběratelů a badatelů. Mají jen vědecký význam pro geochemii, astronomii a příbuzné obory.

Vladimír Ptáček:

JAK PŘESNÉ JSOU NAŠE ČASOVÉ SIGNÁLY

S touto prostou a přirozenou otázkou se pracovníci v chronometrii setkávají velmi často. Její jednoduchost je však jenom zdánlivá, a tak odpověď bývá, k překvapení tazatelů, velmi obšírná. Chceme-li se tu nyní pokusit o vysvětlení, musíme si uvědomit, že ptáme-li se po přesnosti, máme patrně na mysli souhlas časových signálů se „správným časem". Proto je třeba nejdříve si něco říci o tom, čím je správný čas dán.

Jak nám poví každá učebnice astronomie, odvozuje se světový čas *(TU)* z otáčení Země. Modernější učebnice uvádějí ještě, že čas *TU* není rovnoměrný, protože zemské póly nejsou stále na témž místě a ani úhlová rychlost otáčení Země není stálá. Vidíme tedy, že tu je hned několik druhů času *TU,* podle toho, které ze zmíněných rušivých vlivů se respektují. Rozlišování a značení těchto časů upravil IX. kongres Mezinárodní astronomické unie v Dublinu 1955. Tak čas *TU0* obsahuje jak vliv pohybu zemských pólů, tak i sezónní změny rotace Země; je tedy značně nerovnoměrný. Čas *TU1* je opraven o vliv po-